



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Grado

Desarrollo de un proyecto facilitador de la adquisición de estrategias y manejo de herramientas propias del Diseño Asistido por Ordenador.

Development of a project to facilitate the acquisition of strategies and tool management of Computer Aided Design

Autor/es

Pablo Omedes Baquedano

Director/es

David Ranz Angulo

José Manuel Auria Apilluelo

A modo de agradecimiento quiero mencionar a mis tutores José Manuel Auría Apilluelo y David Ranz Angulo, por su dedicación y trabajo a la hora de poder ponernos de acuerdo para sacar el trabajo adelante debido a temas laborales de mi persona ya que, sin su ayuda, en momentos críticos del trabajo y debido a la situación vivida actualmente, el mismo no habría podido sacarse hacia adelante.

También me gustaría agradecer al equipo docente de la EINA, que a pesar de todos los problemas con los que se han encontrado estos últimos años, han seguido con nuestra formación, consiguiendo sacar lo mejor de nosotros día a día y poder llegar a convertirnos en ingenieros.

Finalmente, quiero agradecer a mi familia y amigos, los cuales me han mantenido motivado y me han dado ánimos para seguir y no tirar la toalla pese a todas las situaciones vividas.

En este proyecto de final de grado se ha desarrollado el modelado de diferentes componentes y ensamblajes que permitan poner en práctica todas aquellas herramientas avanzadas y las estrategias necesarias para conseguir un completo dominio del modelado virtual de productos.

Para conseguir el objetivo propuesto, se realiza un estudio de las metodologías y contenidos impartidos en la enseñanza superior de esta disciplina. A partir de este análisis, se desarrollará un proyecto de trabajo que permita integrar la utilización de las herramientas y estrategias a seguir en el modelado avanzado de productos y la generación de la documentación técnica y comercial asociada a los mismos.

Para la creación y desarrollo de dicho proyecto se han realizado varias fases:

- Investigación de las metodologías y contenidos impartidos en DAO paramétrico.
- Análisis y elaboración de una propuesta que recoja los contenidos más adecuados y elaboración de una metodología para su puesta en práctica.
- Desarrollo de un proyecto que permita la integración de las diferentes herramientas, técnicas y estrategias seleccionadas, para la consecución de los objetivos establecidos.
- Elaboración del material necesario para su posterior utilización.

El principal objetivo de este trabajo es que el alumno refuerce las competencias relacionadas con el manejo de herramientas informáticas propias de la Ingeniería de Diseño, y en concreto la generación de modelos y prototipos virtuales

Finalmente se ha llegado a una serie de conclusiones del proyecto sobre las dificultades y problemas encontrados a lo largo del desarrollo del mismo y unas conclusiones personales obtenidas como resultado de la realización de este trabajo.

0. TABLA DE CONTENIDOS.....	5
1. INTRODUCCION.....	6
2. ANÁLISIS.....	7
2.1. ANÁLISIS ASIGNATURA DAO II.....	7
2.2. ANÁLISIS DAO EN OTROS CENTROS.....	10
2.3. VALORACIÓN ASIGNATURA-ALUMNADO.....	14
3. PLANTEAMIENTO.....	18
3.1. PROBLEMÁTICA DETECTADA.....	18
3.2. OPCIONES PROPUESTAS DE METODOLOGÍA.....	19
3.3. METODOLOGÍA ESCOGIDA.....	20
4. DESARROLLO.....	22
4.1. SELECCIÓN DE PROYECTO.....	22
4.2. ENTREGA MODELADO.....	23
4.3. ENTREGA ENSAMBLAJES.....	26
4.4. ENTREGA SUPERFICIES.....	30
4.5. ENTREGA DE ANIMACIONES-VISUALIZACIÓN.....	32
5. CONCLUSIONES.....	37
6. BIBLIOGRAFÍA.....	38

FIGURAS 1. Herramientas de software.....	6
FIGURA 2: Distribución contenidos.	8
FIGURA 3: Gráfico 1.....	14
FIGURA 4: Gráfico 2.....	14
FIGURA 5: Gráfico 3.....	14
FIGURA 6: Gráfico 4.....	14
FIGURA 7: Gráfico 5.....	14
FIGURA 8: Gráfico 6.....	14
FIGURA 9: Gráfico 7.....	15
FIGURA 10: Gráfico 8.....	16
FIGURA 11: Gráfico 9.....	16
FIGURA 12: Gráfico 10.....	16
FIGURA 13: Gráfico 11.....	16
FIGURA 14: Gráfico 12.....	16
FIGURA 15: Gráfico 13.....	16
FIGURA 16: Gráfico 14.....	17
FIGURA 17: Gráfico 15.....	17
FIGURA 18: Gráfico 16.....	17
FIGURA 19: Gráfico 17.....	17
FIGURA 20: Licuadora.....	22
FIGURA 21: Aspirador.....	22
FIGURA 22: Brazo.....	22
FIGURA 23: Dron 1.....	22
FIGURA 24: Dron 2.....	22
FIGURA 25: Dron 3.....	22
FIGURA 26: Configuración predeterminada.....	23
FIGURA 27: Configuración 1.....	23
FIGURA 28 Configuración 2.....	23
FIGURA 29 Configuración 3.....	24
FIGURA 30 Configuración 4.....	24
FIGURA 31 Configuración 5.....	24
FIGURA 32: Piezas modelado.....	25
FIGURA 33: Plantilla plano.....	25
FIGURA 34: Motor hélice.....	26
FIGURA 35: Placa base dron.....	26
FIGURA 36: Configuración 1.....	26
FIGURA 37: Configuración 2.....	27
FIGURA 38: Configuración 3.....	27
FIGURA 39: Configuración 4.....	28
FIGURA 40: Configuración 5.....	28
FIGURA 41: Plano ensamblaje 1.....	29
FIGURA 42: Plano ensamblaje 2.....	29
FIGURA 43: Mando superficies.....	30
FIGURA 44: Remote control.....	30
FIGURA 45: Cúpula superficies.....	31
FIGURA 46: Ensamblajes con superficies.....	31
FIGURA 47: Creación de animaciones.....	32
FIGURA 48: Creación de renders.....	33
FIGURA 49: Render 1.....	34
FIGURA 50: Render 2.....	34
FIGURA 51: Render 3.....	34
FIGURA 52: Pdf 3D pieza.....	35
FIGURA 53: Pdf 3D ensamblaje.....	36

El diseño asistido por ordenador, conocido como CAD por las siglas de su nombre en inglés computer-aided design es el uso de ordenadores para ayudar en la creación, modificación, análisis u optimización de un diseño. El software CAD se utiliza para aumentar la productividad del diseñador, mejorar la calidad del diseño, mejorar las comunicaciones a través de la documentación y crear una base de datos para la fabricación. La salida CAD a menudo se presenta en forma de archivos electrónicos para impresión, mecanizado u otras operaciones de fabricación.

Estas herramientas de software se pueden dividir básicamente en programas de dibujo 2D y de modelado 3D. Las herramientas de dibujo en 2D se basan en entidades geométricas vectoriales como puntos, líneas, arcos y polígonos, con las que se puede operar a través de una interfaz gráfica. Los modeladores en 3D añaden superficies y sólidos.

En la EINA, se trabaja con ambas tipologías de software:

- 2D: Autodesk AutoCAD (Expresión Gráfica I y Expresión Gráfica II)
- 3D: Autodesk Inventor (DAO I) y SolidWorks (DAO II)

En nuestro caso, nos centraremos en la herramienta SolidWorks, la cual nos permite modelar piezas y crear conjuntos a partir de los cuales, poder desarrollar tanto planos técnicos para su posterior producción, como explosionados y animaciones para su utilización como presentación.

Esta herramienta permite convertir la idea mental del diseñador al sistema CAD, creando virtualmente la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada.



FIGURAS 1. Herramientas de software

2.1. ANÁLISIS ASIGNATURA DAO II

Diseño Asistido por ordenador II es una asignatura que se cursa durante el primer semestre de tercer curso del Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto. Es de carácter obligatorio y en ella, como ya se ha mencionado anteriormente, se trabaja con el software SolidWorks, la cual va a ser el foco principal de este trabajo. La carga docente es de 6 créditos ECTS, lo que equivale a un total de 150 horas para el estudiante.

La asignatura busca profundizar en el manejo de herramientas avanzadas de CAD 3D paramétrico que le permitan dar soporte al desarrollo técnico de producto. De forma más específica, se pretende que en esta asignatura los estudiantes sean capaces de realizar modelos virtuales en 3D en los que intervengan geometrías más complejas, con formas suaves y diseño de productos modulares en los que se presenten diferentes configuraciones.

Para cursar esta asignatura, será necesario que el alumno tenga unos conocimientos básicos que habrá adquirido cursando Expresión Gráfica I y Diseño Asistido por ordenador I.

METODOLOGÍA

El proceso de aprendizaje diseñado para esta asignatura se divide en las siguientes actividades:

- Clase de contenidos teóricos: 15 horas de clase magistral (8 sesiones de 2 horas).
- Sesiones de prácticas, en aula informática: 45 horas de clase práctica (15 sesiones de 3 horas)
- Tutorías donde se realizará el seguimiento individualizado de trabajos, resolviendo dudas y estableciendo un control de la evolución del aprendizaje del estudiante.

En las clases prácticas se expondrán los conceptos fundamentales de la asignatura a través de ejemplos de aplicación. El estudiante pondrá en práctica la aplicación de la herramienta de Diseño Asistido por Ordenador para la ejecución de los ejercicios propuestos.

2.1. ANÁLISIS ASIGNATURA DAO II

CONTENIDOS.

El semestre se divide en un total de 13 semanas, a lo largo de las cuales se planifica el computo global de la asignatura, combinando las clases teóricas con las clases prácticas. La asignatura se estructura en los siguientes temas:

- 1.- Introducción a Solidworks
- 2.- Operaciones avanzadas
- 3.- Parametrización
- 4.- Configuraciones de pieza
- 5.- Ensamblajes
- 6.- Configuración de ensamblajes
- 7.- Componentes inteligentes
- 8.- Dibujos
- 9.- Superficies
- 10- Visualización
- 11- Animación

Quedando la distribución de clases de la siguiente manera:

	TEORIA	PRACTICAS
SEMANA 0	Presentación asignatura	
SEMANA 1		Introducción a Solidworks
SEMANA 2	Planos	Operaciones avanzadas I
SEMANA 3		Operaciones avanzadas II
SEMANA 4	Planos II	Parametrización. Configuraciones de pieza
SEMANA 5		Ensamblajes
SEMANA 6	Toolbox + Bibliotecas	Configuración de ensamblajes
	3D content central + GrabCAD + Traceparts	
SEMANA 7		Superficies I
SEMANA 8	Componentes inteligentes	Superficies II
SEMANA 9		Superficies III
SEMANA 10	Importación/Reparación de superficies	Visualización
	Generación de sólidos a partir de superficies	
SEMANA 11		Animación
SEMANA 12	PDF3D	Estudios. Sensores.
SEMANA 13		Repaso

FIGURA 2: Distribución contenidos

2.1. ANÁLISIS ASIGNATURA DAO II

EVALUACIÓN

Para la evaluación de los resultados del aprendizaje se llevara a cabo a través de la realización de una prueba global, en la fecha fijada por el Centro dentro del periodo de exámenes, y que constará de las siguientes partes:

- **Desarrollo de trabajos individuales 50%.**
- **Examen práctico de la asignatura 50%.**

Trabajos individuales (50%)

Proyectos a realizar de forma individual por cada alumno matriculado en la asignatura. Se realizará un trabajo de modelado y configuración de pieza que tendrá un peso del 10% y otro trabajo de asignatura, que engloba todos los contenidos y tiene un peso del 40%.

Cada uno de los trabajos individuales deberá de ser superado de forma independiente para poder hacer media con el examen.

Exámenes: (50%)

En esta prueba el alumno pone de manifiesto los conocimientos y habilidades adquiridos. El examen se divide en tres partes (modelado, ensamblaje y superficies), las cuales hay que superar de forma individual para aprobar el examen. De la misma manera, es necesario aprobar el examen para poder realizar la media con los trabajos individuales.

2.2. ANÁLISIS DAO EN OTROS CENTROS

Las escuelas de diseño industrial son instalaciones educativas que permiten a los estudiantes aprender todos los aspectos del proceso de diseño industrial. Este difícil proceso requiere una serie de habilidades especializadas.

El campo del diseño industrial lleva muchos años teniendo un gran peso dentro de nuestra sociedad. Este peso no se limita solamente a los aspectos meramente estéticos, sino que va mucho más allá. Un diseñador industrial tiene que ser capaz de tener una comprensión y conocimiento firmes del proceso de fabricación, además de poder diseñar productos que sean seguros, útiles y fabricados de la manera más económica posible.

A continuación, se va a realizar un análisis de las escuelas más importantes que ofrecen dicha formación, centrándonos en las asignaturas relacionadas con el diseño asistido por ordenador, el cual es el foco central de este trabajo, obteniendo puntos clave con los cuales poder trabajar.

Universidad de Coruña

Asignatura: Diseño asistido por ordenador.

- Asignatura de cuatrimestre de 6 créditos, utilizando el software Rhinoceros, Flamingo y Bongo.
- La evaluación es continua (prácticas y 7 trabajos propuestos durante el curso): 100%.
- Si no se supera dicha evaluación continua: 20% de la nota prueba objetiva y el restante 80% la evaluación continua.
- En septiembre, la prueba objetiva será el 100% de la nota.

Universidad Alfonso X el Sabio

Asignatura: Diseño asistido por ordenador I.

- Asignatura anual de 9 créditos, utilizando el software Catia.
- Evaluación continua (entrega de trabajos y tres parciales).

Asignatura: Diseño asistido por ordenador II.

- Asignatura anual de 9 créditos, utilizando el software 3DMax.
- En la segunda parte de la asignatura se le da gran importancia a la representación de objetos 3D (Materiales, iluminación, cámaras y renderizado).
- La evaluación se divide en: 25% evaluación continua, 25% primer parcial, 25% segundo parcial y 25% trabajo final (teniendo que aprobar todas las partes).

2.2. ANÁLISIS DAO EN OTROS CENTROS

Universidad CEU Cardenal Herrera

Asignatura: Dibujo asistido por ordenador.

- Asignatura de cuatrimestre de 6 créditos, utilizando el software Rhinoceros, Nurbs y V-Ray.
- Integran en un cuatrimestre modelado, superficies y renderizado.
- La evaluación se divide en: 50% entregas, 40% examen y 10% nota de clase (ejercicios y practicas). Necesario superar todas las partes para promediar.

Universidad de Extremadura

Asignatura: Diseño asistido por ordenador I.

- Asignatura del primer cuatrimestre de 6 créditos.
- Comienzan con 2D y en el último tema se realiza una introducción al 3D.
- La evaluación se divide en: 70% examen, 20% trabajos y 10% asistencia.

Asignatura: Diseño asistido por ordenador II.

- Asignatura del segundo cuatrimestre de 6 créditos.
- Continuación con la formación en 3D del primer cuatrimestre y complementado con diseño orientado a la comunicación (materiales y renderizado) y orientado a la fabricación (moldes, tolerancias...).
- La evaluación se divide en: 70% examen, 20% trabajos y 10% asistencia.
- Si la nota de trabajos y asistencia es menor a 5, se evaluará al alumno sobre 7.
 $NOTA\ FINAL = 0.7 * examen$.

Universidad Nebrija

Asignatura: Dibujo asistido por ordenador I.

- Asignatura del primer cuatrimestre de 6 créditos, utilizando el software Catia y Sketcher.
- Formación para renderizado con Módulo Photo Studio.
- La evaluación se divide en: 60% examen final, 20% examen parcial y 20% trabajos.
- La prueba extraordinaria: 80% examen y 20% trabajos.

Asignatura: Dibujo asistido por ordenador II.

- Asignatura del segundo cuatrimestre de 6 créditos, donde se continua con superficies, ensamblajes y planos.
- La evaluación se divide en: 60% examen final, 20% examen parcial y 20% trabajos.
- La prueba extraordinaria: 80% examen y 20% trabajos.

2.2. ANÁLISIS DAO EN OTROS CENTROS

Universidad CEU Cardenal Herrera

Asignatura: Dibujo asistido por ordenador.

- Asignatura de cuatrimestre de 6 créditos, utilizando el software Rhinoceros, Nurbs y V-Ray.
- Integran en un cuatrimestre modelado, superficies y renderizado.
- La evaluación se divide en: 50% entregas, 40% examen y 10% nota de clase (ejercicios y prácticas). Necesario superar todas las partes para promediar.

Universidad de Extremadura

Asignatura: Diseño asistido por ordenador I.

- Asignatura del primer cuatrimestre de 6 créditos.
- Comienzan con 2D y en el último tema se realiza una introducción al 3D
- La evaluación se divide en: 70% examen, 20% trabajos y 10% asistencia

Asignatura: Diseño asistido por ordenador II

- Asignatura del segundo cuatrimestre de 6 créditos.
- Continuación con la formación en 3D del primer cuatrimestre y complementado con diseño orientado a la comunicación (materiales y renderizado) y orientado a la fabricación (moldes, tolerancias...).
- La evaluación se divide en: 70% examen, 20% trabajos y 10% asistencia.
- Si la nota de trabajos y asistencia es menor a 5, se evaluará al alumno sobre 7.
 $NOTA\ FINAL = 0.7 \cdot examen$.

Universidad Nebrija

Asignatura: Dibujo asistido por ordenador I.

- Asignatura del primer cuatrimestre de 6 créditos, utilizando el software Catia y Sketcher.
- Formación para renderizado con Módulo Photo Studio.
- La evaluación se divide en: 60% examen final, 20% examen parcial y 20% trabajos.
- La prueba extraordinaria: 80% examen y 20% trabajos.

Asignatura: Dibujo asistido por ordenador II.

- Asignatura del segundo cuatrimestre de 6 créditos, donde se continua con superficies, ensamblajes y planos.
- La evaluación se divide en: 60% examen final, 20% examen parcial y 20% trabajos.
- La prueba extraordinaria: 80% examen y 20% trabajos.

2.2. ANÁLISIS DAO EN OTROS CENTROS

Universidad Politécnica de Valencia

Asignatura: Diseño asistido por ordenador .

- Asignatura anual de 9 créditos, utilizando el software Autocad, SolidWorks y 3DMax.
- Modelado/ensamblajes/simulación/planos/animación.
- La evaluación se divide en: 60% examen, 20% proyecto y 20% trabajos.

Universidad de Valladolid

Asignatura: Diseño asistido por ordenador.

- Asignatura anual de 10.5 créditos, utilizando el software Catia y Sketcher.
- Evaluación continua mediante problemas prácticos: 60%+40%.
- Examen en convocatoria ordinaria y extraordinaria: 60%+40%.

CONCLUSIONES

- El peso que se le da a la asignatura es similar en todas las universidades. Se observa que en aquellas en las que se divide en dos, cada una de las asignaturas en sí, tienen un peso de 6 créditos, mientras que, si concentra la asignatura en un único bloque, se le da un valor de 10.5 o 12 créditos ECT´s.
- El software utilizado varía entre universidades y además en muchos casos es complementado con otras herramientas relacionadas con las animaciones o la presentación del producto.
- Predominio de la evaluación continua. Exámenes y entregas parciales para repartir la carga de trabajo del alumno a lo largo del semestre o del año.

2.3. VALORACIÓN ASIGNATURA-ALUMNADO

En la docencia, en elemento clave son los alumnos. Por ello se ha realizado una encuesta con la finalidad de conocer su opinión acerca de la propia asignatura, pudiendo de esta manera localizar puntos de mejora o áreas en las que poder focalizar el trabajo.

Se lanzó una batería de un total de 20 preguntas, las cuales respondieron 54 alumnos. Estas preguntas se dividen en distintos bloques según conceptos y convinan preguntas de multiple opción y preguntas de respuesta abierta:

1. ASIGNATURA

¿Superaste la asignatura en la primera convocatoria?
54 respuestas

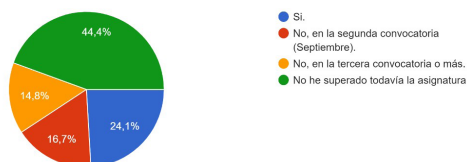


FIGURA 3: Gráfico 1

¿Cuál fue la razón para no superarla?
41 respuestas

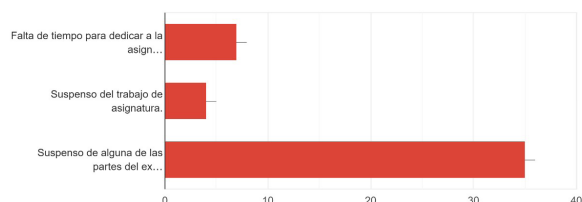


FIGURA 4: Gráfico 2

¿Cómo consideras la carga de trabajo que requiere la asignatura?
41 respuestas

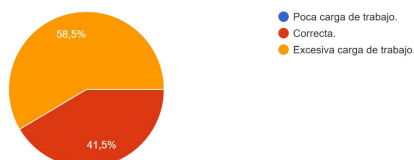


FIGURA 5: Gráfico 3

Esta carga de trabajo...¿Crees que está repartida correctamente a lo largo del cuatrimestre?
41 respuestas

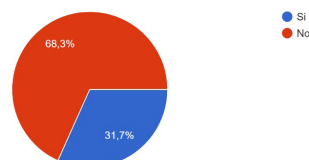


FIGURA 6: Gráfico 4

¿Has trabajado a modo individual los contenidos impartidos en las clases a lo largo del curso?
54 respuestas

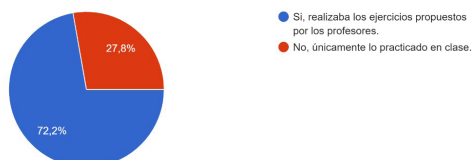


FIGURA 7: Gráfico 5

¿Qué bloque de la asignatura te resultó más costoso?
54 respuestas

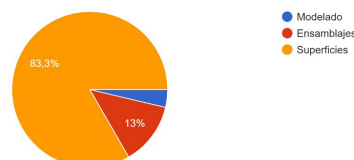


FIGURA 8: Gráfico 6

2.3. VALORACIÓN ASIGNATURA-ALUMNADO

¿Te habría gustado que se hubiese hecho más hincapié en alguna de las partes del temario?
54 respuestas

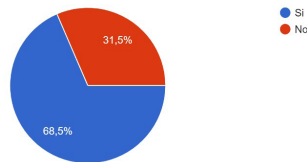


FIGURA 9: Gráfico 7

Preguntas abierta:

- ¿Te habría gustado conocer mas a fondo alguna de las herramientas de SolidWorks?
- ¿Qué es lo que mas valoras de la asignatura? ¿Y lo que meneos?

CONCLUSIONES.

- Únicamente el 24,1% de los alumnos supera la asignatura en la primera convocatoria. El 85,4% de estos suspensos son debidos al examen, por lo tanto, podemos ver en el examen un punto de reflexión.
- La mayoría del alumnado considera la carga de trabajo excesiva y repartida de manera desigual a lo largo del curso. ¿Esta mal repartida la carga de trabajo o el alumno se organiza mal el tiempo?
- El alumno encuentra problemas en aquellos contenidos nuevos tales como superficies y configuraciones.
- De cara a futuro y sacarle un mayor partido al programa, el alumno estaría interesado en trabajar más acerca:
 - Planos.
 - Simulaciones/ Estudios.
 - Renders.
 - Piezas soldadas y módulo de chapa.
- El alumno considera la asignatura útil y atractiva, pero existen discrepancias en cuanto a la organización y la evaluación de la misma.

2.3. VALORACIÓN ASIGNATURA-ALUMNADO

2. TRABAJO ASIGNATURA-EXAMEN.

Respecto al trabajo de la asignatura...¿Trabajaste en él a lo largo de todo el cuatrimestre?
54 respuestas



FIGURA 10: Gráfico 8

Cuales son tus preferencias... ¿Un trabajo de asignatura importante o dividirlo en varios trabajos más pequeños?
54 respuestas

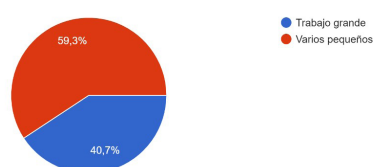


FIGURA 11: Gráfico 9

¿Trabajo/s de asignatura obligatorio/s o voluntario/s y que sumasen puntos una vez aprobado el examen?
54 respuestas

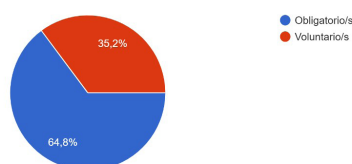


FIGURA 12: Gráfico 10

¿Única entrega final o entregas parciales a lo largo del cuatrimestre?
54 respuestas

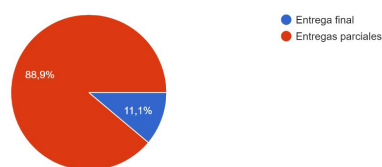


FIGURA 13: Gráfico 11

¿Cómo preparaste el examen de asignatura?
54 respuestas

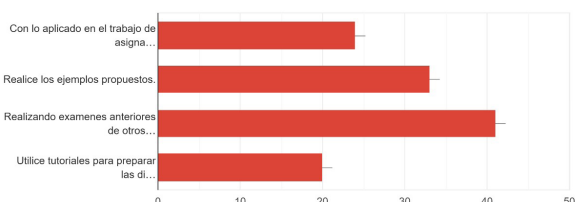


FIGURA 14: Gráfico 12

¿Con qué problemas te encontraste en el examen?
54 respuestas

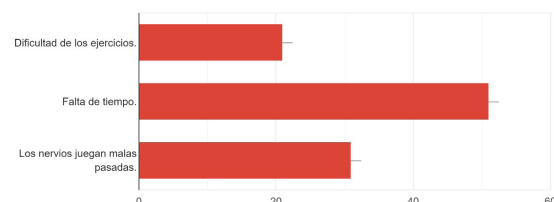


FIGURA 15: Gráfico 13

CONCLUSIONES.

- La mayoría de los alumnos van realizando el trabajo poco a poco durante el cuatrimestre, pero por falta de tiempo y/o de organización, terminan acabándolo a última hora.
- Los alumnos ven con buenos ojos el dividir el trabajo final en varios más pequeños de carácter obligatorio.
- Las entregas parciales son vistas de manera positiva por el alumno. Ayudándole a organizarse y a dosificar la carga de trabajo de la asignatura y evitar posibles retrasos o acumulación del mismo al final del cuatrimestre.
- Los alumnos utilizan exámenes de años anteriores y los ejercicios propuestos por los profesores para practicar de cara al examen.
- Los nervios juegan malas pasadas al alumno. Estos nervios producen bloqueos que se convierten en falta de tiempo para realizar el examen.

2.3. VALORACIÓN ASIGNATURA-ALUMNADO

3. PROPUESTAS METODOLOGÍA.

Puntos de control del trabajo/s de asignatura

54 respuestas

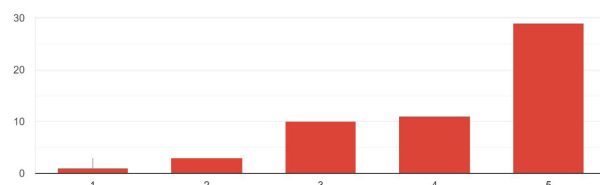


FIGURA 16: Gráfico 14

Trabajos voluntarios para practicar que sumasen puntos una vez superada asignatura

54 respuestas

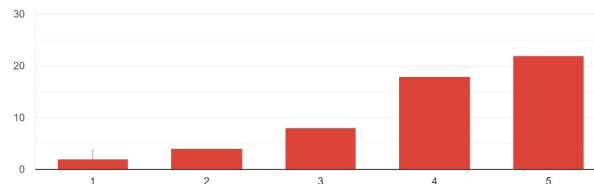


FIGURA 17: Gráfico 15

Trabajos por bloques que sean evaluables y ponderasen con el examen de asignatura.

54 respuestas

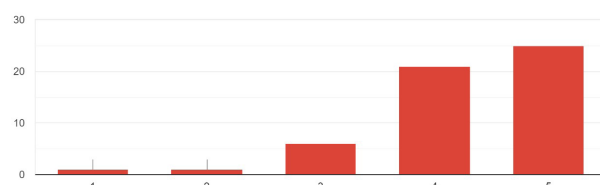


FIGURA 18: Gráfico 16

Ejercicios propuestos con periodicidad quincenal o mensual, que sean obligatorios y evaluables

54 respuestas

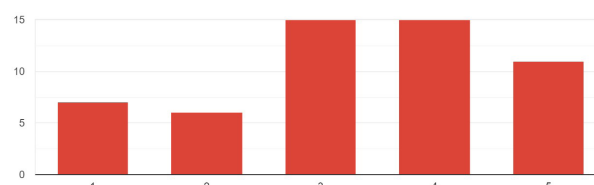


FIGURA 19: Gráfico 17

Pregunta abierta:

¿Propondrías alguna metodología distinta a las mencionadas?

CONCLUSIONES.

- El alumno se decanta por una evaluación más continua (parciales y trabajos) como forma de evaluación. Llevando de esta manera la carga de trabajo mas repartida a lo largo del cuatrimestre.
- Los alumnos consideran que no demuestran todos sus conocimientos en el examen. Proponen darle un mayor peso a los trabajos en decremento del examen.
- Demasiada presión en el examen final. Utilización de parciales de los bloques marcados en la asignatura como opción para superar la materia.
- El alumno echo en falta un mayor seguimiento del desarrollo del trabajo por parte del profesorado. Con un mayor control se evitaría el abandono de la asignatura.

3. PLANTEAMIENTO

3.1. PROBLEMÁTICA DETECTADA

Tras analizar a fondo las encuestas realizadas a los alumnos y sacar conclusiones de todas sus respuestas, se llega a la conclusión de que existe una problemática común que afecta tanto a estudiantes como a profesores.

ESTUDIANTES.

El alumno debe de realizar un trabajo de asignatura completo, el cual debe realizar a lo largo del semestre, en paralelo con las clases y que debe entregar en la fecha de evaluación oficial de la asignatura. El alumno inconscientemente deja el trabajo de lado debido a diferentes motivos, encontrándose al final del semestre con toda la carga de trabajo acumulada.

PROFESORADO.

El docente se encuentra en la fecha de evaluación con la corrección de los exámenes de evaluación junto a los trabajos de asignatura. El problema se produce cuando la fecha de evaluación es a final de la horquilla de fechas para examinar, quedando esta muy próxima al cierre de actas de la asignatura, concentrando un volumen importante de trabajo en un tiempo reducido.

3.2. OPCIONES PROPUESTAS DE METODOLOGÍA

1_ Realización de parciales de los grandes bloques conforme se impartan en clase (modelado, ensamblajes y superficies). Estos parciales quitarán materia del examen final, pudiendo llegar con todas las partes ya aprobadas y teniendo únicamente que entregar el trabajo de asignatura.

- Dentro de esta opción se puede implementar cualquiera de las dos anteriores relacionadas con el trabajo de asignatura.

2_ Tutorías o puntos de control para el trabajo. De esta manera el alumno comienza el trabajo al principio del cuatrimestre y la carga de trabajo queda repartida a lo largo del cuatrimestre.

- Dentro de esta propuesta aparecería la opción de dividir el trabajo global de la asignatura en bloques según el temario. Se realizarían varias entregas durante el cuatrimestre, las cuales irían en paralelo al temario dado en clase (modelado, configuraciones, ensamblajes, configuración de ensamblajes...). De esta forma el profesorado no se encontrará con extensos trabajos que corregir al final del cuatrimestre.
- Estos controles podrían realizarse en las mismas clases. Utilizando parte de las clases teóricas al desarrollo del trabajo de asignatura. Pudiendo el profesor de esta manera conocer la forma de trabajar de sus alumnos.

3_ Sustituir el trabajo de asignatura por una serie de trabajos que vayan en paralelo con el temario dado. De esta forma la carga de trabajo está repartida a lo largo de todo el cuatrimestre y al alumno no se le acumula para el final del cuatrimestre, juntándosele con el resto de asignaturas. Con esta opción se podría hacer una mayor incidencia en aquellos puntos del temario en los que el alumno tiene dificultades, realizando trabajos de mayor complejidad o dedicación. El profesorado dividirá la corrección de un gran trabajo en varias correcciones repartidas en el cuatrimestre, evitando el gran volumen de trabajo con el que se encuentran en las últimas semanas del cuatrimestre.

Estas propuestas tienen como finalidad facilitar el trabajo tanto a alumnos como a profesorado, desarrollando de esta manera una enseñanza más eficiente para ambos.

- Los alumnos tendrán la carga de trabajo de la asignatura repartida a lo largo del cuatrimestre. Evitando así interferencias con otras asignaturas y una sobrecarga de trabajo al final del cuatrimestre.
- El profesorado se encuentra con correcciones de gran volumen al final del cuatrimestre, las cuales debe realizar en un muy corto periodo de tiempo (corregir trabajos de asignatura y exámenes en apenas dos semanas). En vez de esto, podrá realizar correcciones de menor carga durante el cuatrimestre, ya sean de trabajos o de exámenes parciales de la asignatura.

3. PLANTEAMIENTO

20

3.3. METODOLOGÍA SELECCIONADA

Finalmente, tras analizar las distintas propuestas obtenidas en cuanto a la posible metodología de trabajo a seguir, se ha llegado a la determinación de que la opción mas viable y que mayores resultados puede proporcionar tanto para alumnos como para profesorado es la siguiente:

El trabajo de asignatura se dividirá en distintas entregas voluntarias (modelado, ensamblaje, superficies y animaciones). Estas entregas se realizarán en paralelo con el temario dado, de manera que el alumno vaya trabajando de forma lineal con lo aprendido a lo largo de todo el semestre. La corrección se podrá realizar además del profesor, mediante la corrección por pares, técnica la cual ha tenido una gran aceptación por parte del alumnado durante los años anteriores. Esta metodología consiste en la corrección por parejas entre alumnos, de manera que cada alumno corrige la pieza de un compañero siguiendo una plantilla de corrección. Se pudo observar que la diferencia en cuanto a calificación entre alumnos y profesores, era prácticamente inexistente, ya que los alumnos realizaban la corrección de forma objetiva. De esta manera los alumnos interaccionan con los compañeros y profesores, al mismo tiempo que pueden aprender de ellos, viendo distintas formas de trabajar y de afrontar un mismo problema. De esta manera el alumno ira trabajando y obteniendo resultados durante el semestre, pudiendo así corregir sus fallos y poder entregar el trabajo final en mejores condiciones, pues habrá podido solucionar los errores detectados en las correcciones de las distintas entregas.

Como ya se ha mencionado, el alumno deberá entregar el trabajo completo en la fecha de evaluación, puesto que las entregas parciales no son obligatorias y también se le da la posibilidad de realizar una única entrega final.

Tras analizar los contenidos de la asignatura y su repartición en clases prácticas y teóricas a lo largo del semestre, se ha desarrollado el siguiente cronograma de entregas:

septiembre '21							
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
			1	2	3	4	5
	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19
Semana 1	20	21	22	23	24	25	26
Semana 2	27	28	29	30			

octubre '21							
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
					1	2	3
Semana 3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17
Semana 4	18	19	20	21	22	23	24
Semana 5	25	26	27	28	29	30	31

noviembre '21							
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
Semana 6	1	2	3	4	5	6	7
Semana 7	8	9	10	11	12	13	14
Semana 8	15	16	17	18	19	20	21
Semana 9	22	23	24	25	26	27	28
Semana 10	29	30					

diciembre '21							
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
			1	2	3	4	5
Semana 11	6	7	8	9	10	11	12
Semana 12	13	14	15	16	17	18	19
	20	21	22	23	24	25	26
	27	28	29	30	31		

enero '22							
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
						1	2
	3	4	5	6	7	8	9
Semana 13	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23
	24	25	26	27	28	29	30
	31						

febrero '22							
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom
		1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27
	28	29	30				

3.3. METODOLOGÍA SELECCIONADA

Semana 6: Entrega Modelado+Configuraciones+ Planos. 30%

Semana 9: Entrega ensamblajes+ Configuraciones+ Planos conjunto. 30%

Semana 12: Entrega Superficies. 30%

Semana 13: Entrega de animaciones/visualización. 10%

Semana 14: Convocatoria oficial: Examen asignatura+entrega trabajo asignatura.

Semana 17: Cierre de actas.

DESCRIPCIÓN ENTREGAS

ENTREGA MODELADO.

El alumno deberá modelar una serie de piezas dadas según planos aportados por el profesorado. De una de las piezas deberá crear distintas configuraciones, variando tanto materiales y apariencia como distintas operaciones y geometrías.

Además, en este bloque el alumno tendrá que desarrollar una pieza libre, de la cual tendrá que desarrollar planos, creándose para ello una plantilla de cajetín y acotar la pieza para que esta quede perfectamente definida.

ENTREGA ENSAMBLAJES.

El alumno desarrollará el ensamblaje del conjunto general y de los distintos sub-ensamblajes que lo forman. Para ello hará uso de las distintas restricciones de posición que sean necesarias.

Para la creación del ensamblaje general, el alumno hará uso de las bibliotecas Toolbox que ofrece el propio programa como de otras bibliotecas de la nube donde encontrará componentes normalizados (motores, placas eléctricas...).

Una vez creado el ensamblaje general el alumno creará distintas configuraciones del mismo, tanto de componentes (eliminación y/o sustitución de componentes) como posicionales.

En esta entrega el alumno creará un plano de conjunto de alguna de las configuraciones, donde aparezcan señalizados y referenciados todos los componentes del mismo.

ENTREGA SUPERFICIES

El alumno creará dos piezas haciendo uso del módulo de superficies. Una de ellas será de diseño libre y de la otra se aportarán los planos.

ENTREGA DE ANIMACIONES-VISUALIZACIÓN

Se crearán una animación de explosionado y una animación de funcionamiento. En ambas animaciones se jugarán tanto con el movimiento de la cámara como con las distintas opciones que ofrece el asistente de animación.

Se desarrollará por parte del alumno una serie de renders jugando con la apariencia, el entorno y las luces.

Por último, se crearán dos PDF 3D, uno del conjunto y otro de la pieza de las configuraciones, que nos permitan rotar y poder observar cada una de ellas desde distintos ángulos.

4.1. SELECCIÓN DE PROYECTO

A continuación, se va a desarrollar un proyecto completo en el que se aplicará la metodología de aprendizaje seleccionada. Se dividirá el proyecto en 4 entregas diferenciadas como se ha mencionado anteriormente, las cuales, se corresponderán con las diferentes entregas que se realizarían a lo largo del semestre.

Era necesario un producto que reuniese un mínimo de complejidad para poder desarrollar y dar uso a casi todas herramientas avanzadas de SolidWorks. Para ello se realizó un estudio de diferentes tipologías de productos que podían cumplir con dichos requisitos.

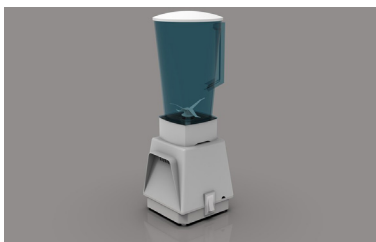


FIGURA 20: Licuadora

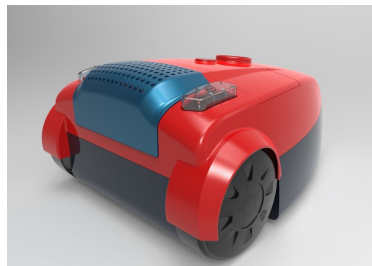


FIGURA 21: Aspirador

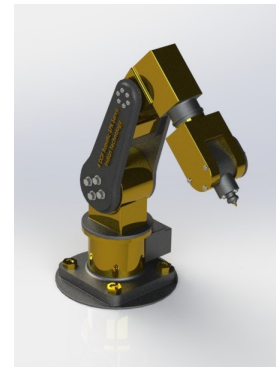


FIGURA 22: Brazo

Finalmente, se decidió desarrollar un prototipo de dron, debido principalmente a que es un sector del mercado en auge y por lo tanto se iba a disponer de gran cantidad de información tanto técnica como en cuanto a inspiración

Un dron es un vehículo aéreo no tripulado que puede ser controlado a distancia o que puede volar de forma autónoma. Sus características pueden variar en función de múltiples aspectos:

- Según su uso (civil, militar).
- Numero de motores (Tricópteros, cuadricópteros, exacópteros, Octacópteros).
- Tipología de hélices.
- Potencia de los motores.
- Geometría.

Todas estas características que diferencian los diferentes modelos de dron entre sí, son las que nos van a ayudar a poder hacer uso de las principales herramientas y módulos que nos ofrece Solidworks



FIGURA 23: Dron 1



FIGURA 24: Dron 2



FIGURA 25: Dron 3

4. DESARROLLO

4.2. ENTREGA MODELADO

En esta primera entrega se va a modelar un soporte de GoPro que se utilizará en el próximo trabajo como parte de un subconjunto. Debe analizarse previamente el conjunto de configuraciones solicitado, detallado en los planos suministrados al alumno, para definir la estrategia de modelado que posibilite alcanzar las soluciones propuestas.

1. Modelado de pieza base según plano adjunto y con todos los bocetos restringidos. Material ABS.

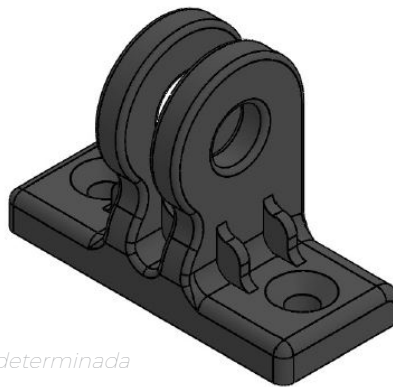


FIGURA 26: Configuración predeterminada

2. Crear la siguiente configuración a partir de la pieza original. Material Cobre. Designar la nueva configuración como: Apellidos_1. Incluir patrón circular de agujeros avellanados en los cilindros superiores.

3. Crear la siguiente configuración a partir de la pieza original. Material Latón. Designar la nueva configuración como: Apellidos_2. Modificar geometrías según planos y sustitución de taladros y nervios exteriores.

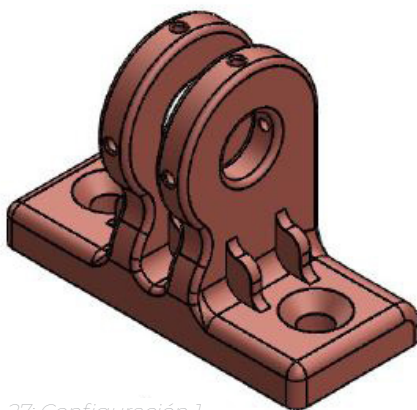


FIGURA 27: Configuración 1

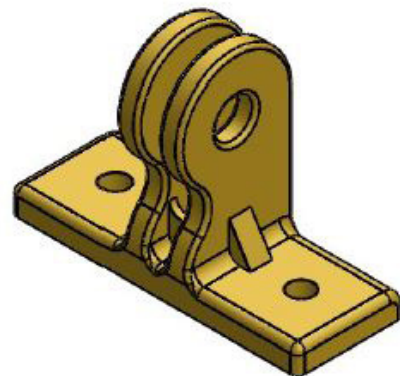


FIGURA 28 Configuración 2

4. DESARROLLO

4.2. ENTREGA MODELADO

4. Crear la siguiente configuración a partir de la pieza original. Material ABS color amarillo. Designar la nueva configuración como: Apellidos_3. Modificar geometrías según planos y creación de tubo exterior macizo para llavero y vaciado de la cara inferior

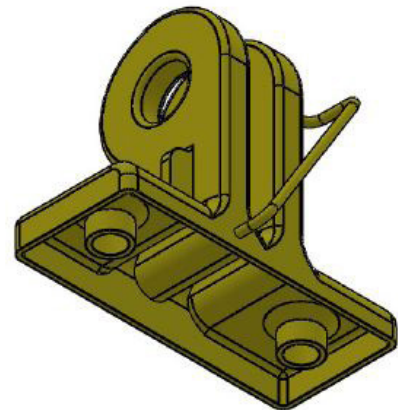


FIGURA 29: Configuración 3

5. Crear la siguiente configuración a partir de la pieza original. Material ABS color azul. Designar la nueva configuración como: Apellidos_4. Modificar geometrías de base según planos y creación de grabado en relieve. Vaciado de la cara inferior junto a la creación de un nervio para aumentar resistencia

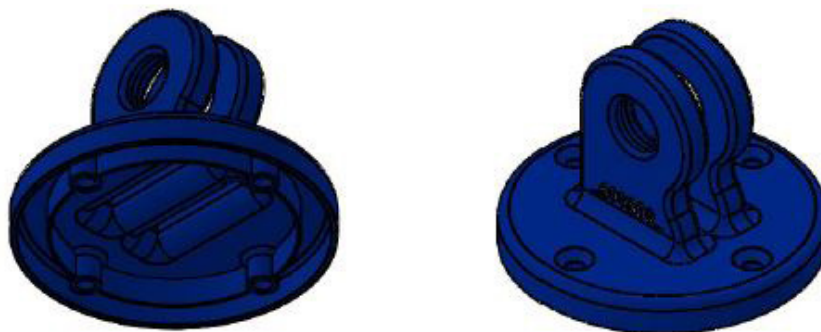


FIGURA 30: Configuración 4

6. Crear la siguiente configuración a partir de la pieza original. Material ABS color verde. Designar la nueva configuración como: Apellidos_5. Modificación de brazos de sección elíptica según planos que unan la base con los anclajes cilíndricos superiores. Modificación de geometrías según planos.

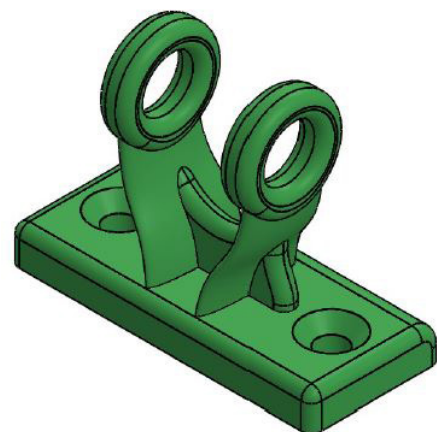


FIGURA 31: Configuración 5

4. DESARROLLO

4.2. ENTREGA MODELADO

También se llevará a cabo el modelado de una serie de piezas que formarán parte del conjunto. Se suministrarán planos de las mismas y se solicitará al alumno que realice una versión propia de alguna de ellas.

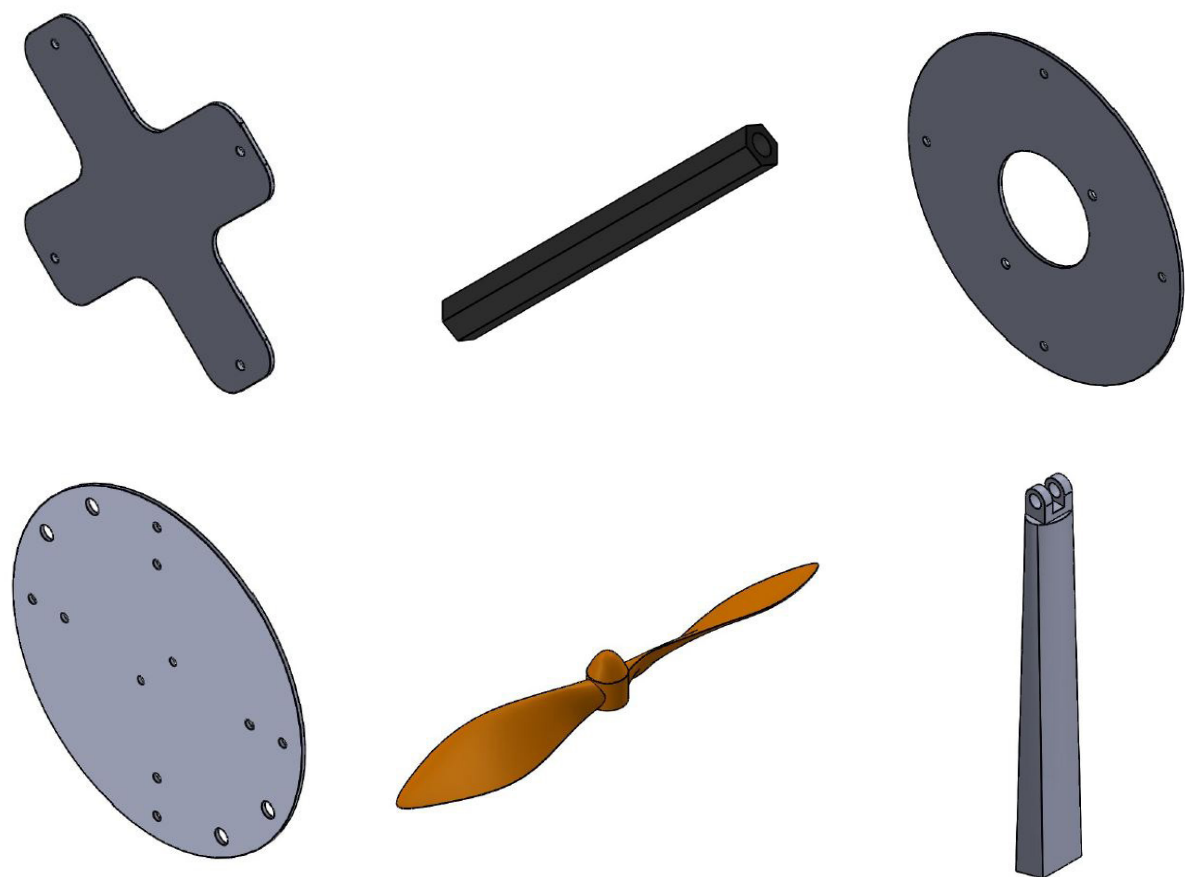


FIGURA 32: Piezas modelado.

El alumno deberá crear un plano en el que la pieza creada por él, quede perfectamente definida, desarrollando para para ello una plantilla acorde con el formato de cajetín de la escuela.

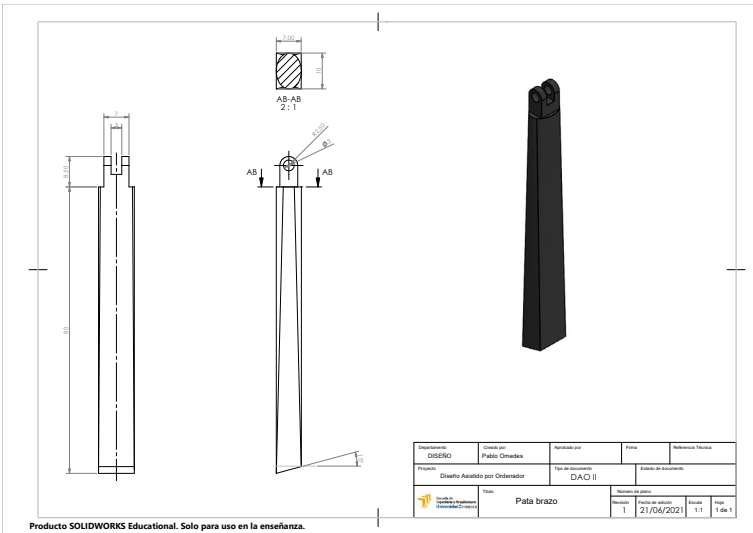


FIGURA 33: Plantilla plano

4. DESARROLLO

4.3. ENTREGA ENSAMBLAJES

El alumno deberá buscar en bibliotecas comerciales los siguientes elementos:

- Motor para hélices de dron.
- Placa base que se ajuste a las dimensiones del dron.
- Cámara de video GoPro



FIGURA 34: Motor hélice.



FIGURA 35: Placa base dron.

Después, haciendo uso de los elementos modelados personalmente, los elementos comerciales obtenidos de las bibliotecas externas y de las bibliotecas internas de elementos normalizados que ofrece SolidWorks, el alumno desarrollará una serie de configuraciones especificadas. El alumno haciendo uso de las relaciones de posición que ofrece SolidWorks (estándar, avanzadas y mecánicas), tendrá que crear distintas configuraciones de sub-ensamblajes y de piezas para poder llegar al resultado final, es decir, las siguientes configuraciones:

1. Dron de 4 brazos y hélices de 4 aspas con tren de aterrizaje sencillo y cámara GoPro en posición vertical.

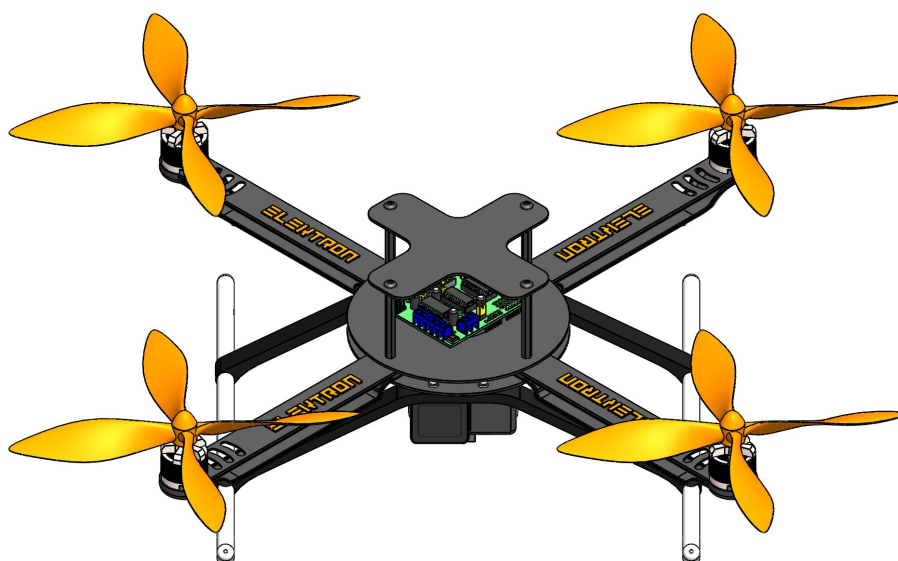


FIGURA 36: Configuración 1.

4. DESARROLLO

4.3. ENTREGA ENSAMBLAJES

2. Dron de 4 brazos y hélices de 4 aspas con tren de aterrizaje continuo y cámara GoPro a 45° respecto a la horizontal.

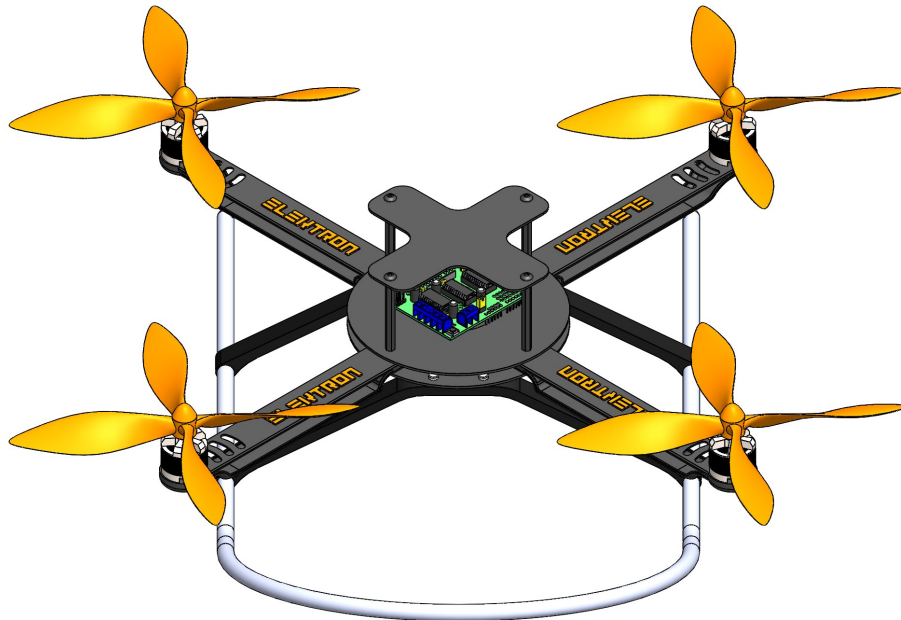


FIGURA 37: Configuración 2.

3. Dron de 8 brazos y hélices de 2 aspas con patas desplegables y cámara GoPro en posición vertical.

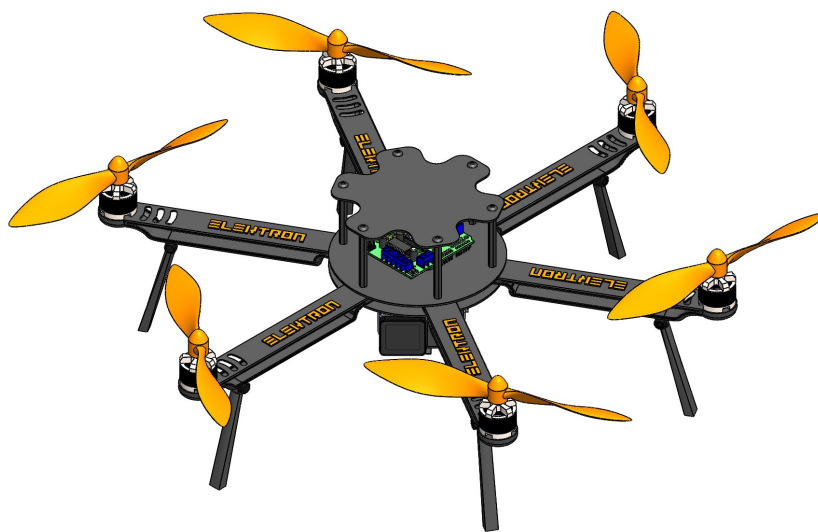


FIGURA 38 Configuración 3.

4. DESARROLLO

4.3. ENTREGA ENSAMBLAJES

4. Dron de 4 brazos y hélices de 3 aspas con patas desplegadas y cámara GoPro en posición vertical. Añadir protectores de hélices.



FIGURA 39: Configuración 4

5. Dron de 4 brazos y hélices de 2 aspas con patas desplegadas en posición plegada y cámara GoPro en posición vertical. Añadir protectores de hélices.



FIGURA 40: Configuración 5

4. DESARROLLO

4.3. ENTREGA ENSAMBLAJES

El alumno desarrollara una serie de planos del conjunto, utilizando para ello la plantilla creada con anterioridad. Se realizará un plano del conjunto, haciendo uso de una vista explosionada e insertando tanto lista de materiales como referencias de las distintas partes del mismo.

Por otro lado, se creará también un plano de algún subconjunto, quedando la lista de materiales perfectamente ajustada a la anchura del cajetín.

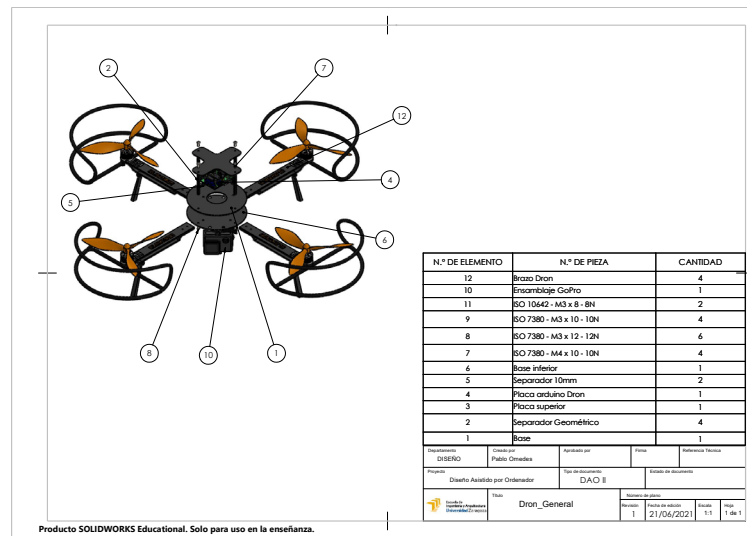


FIGURA 41: Plano ensamblaje 1

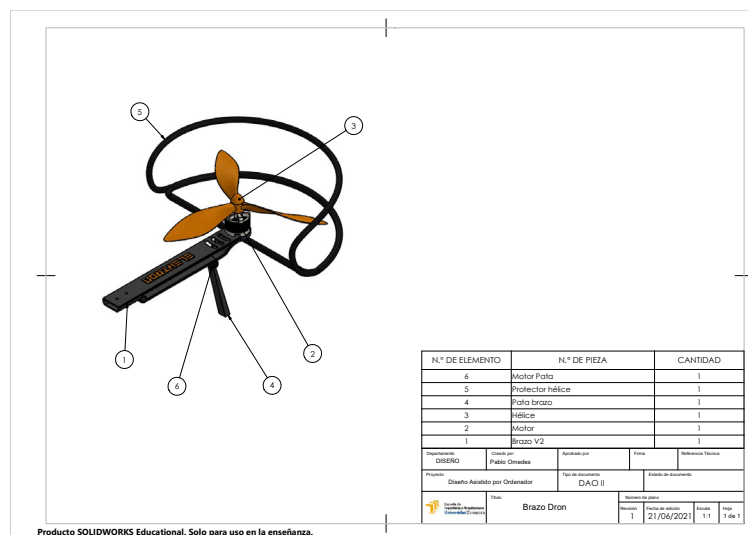


FIGURA 42: Plano ensamblaje 2

4. DESARROLLO

30

4.4. ENTREGA SUPERFICIES

Esta entrega consiste en el desarrollo de dos piezas haciendo uso del módulo de “Superficies” que ofrece SolidWorks.

-Diseño libre: El alumno desarrollará un mando radiocontrol para el dron, teniendo como referencia los mandos de videojuegos. En este apartado el alumno tiene libertad total y el objetivo es el uso de herramientas y estrategias avanzadas que muestren el dominio de generación de superficies.



FIGURA 43: Mando superficies

Para completar la realización del mismo, se le dará cierto espesor, creando así un sólido y se crearán botones para completar de esta manera su desarrollo. Del mismo modo se incorporará una antena extensible, la cual deberá estar correctamente restringida en cuanto a su rango de movimientos.



FIGURA 44: Remote control.

4. DESARROLLO

31

4.4. ENTREGA SUPERFICIES

-Diseño guiado: El alumno desarrollará una carcasa protectora de la placa base del dron siguiendo los planos suministrados. En este apartado el alumno estudiará los planos para afrontar el modelado de la pieza de la forma más óptima posible.

Una vez se le haya dado espesor a la superficie y se haya convertido en un sólido, se utilizarán herramientas complementarias como “Partir” y “Labio” para completar el modelado de la pieza.

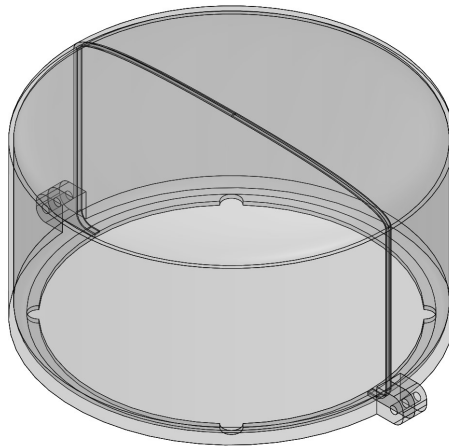


FIGURA 45: Cúpula superficies.

Finalmente, de forma ajena a la propia entrega, el alumno insertará ambos componentes creados en esta entrega en las configuraciones de ensamblaje que considere oportunas.

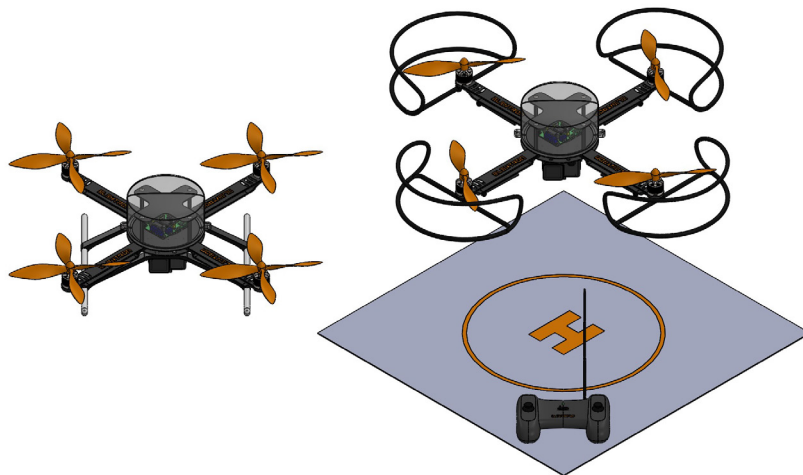


FIGURA 46: Ensamblajes con superficies.

4. DESARROLLO

4.5. ENTREGA DE ANIMACIONES-VISUALIZACIÓN

Como parte final del desarrollo de la propuesta, el alumno desarrollará determinado material para su posterior utilización:

Animaciones:

El alumno haciendo uso del ensamblaje de conjunto desarrollado a lo largo del semestre, creará una serie de animaciones que aportaran información de utilidad a lo hora de presentar el producto.

Se le solicitará que cree dos tipologías de animaciones:

1. Explosionado: esta animación nos permitirá conocer todos los componentes del conjunto y la forma en la que estos son ensamblados entre sí. Se utilizará para su desarrollo el asistente para animación presente en la pestaña “Estudio de movimiento”.

2. Funcionamiento: esta animación permitirá conocer la forma de utilización del producto y ofrecerá la posibilidad de aplicar herramientas tales como “Motor rotatorio”, “Resorte”, “Contactar” y “Gravedad”, presentes en la pestaña “Estudio de movimiento”.

El alumno jugará con los cambios de cámara y el tiempo para crear una animación mas atractiva.

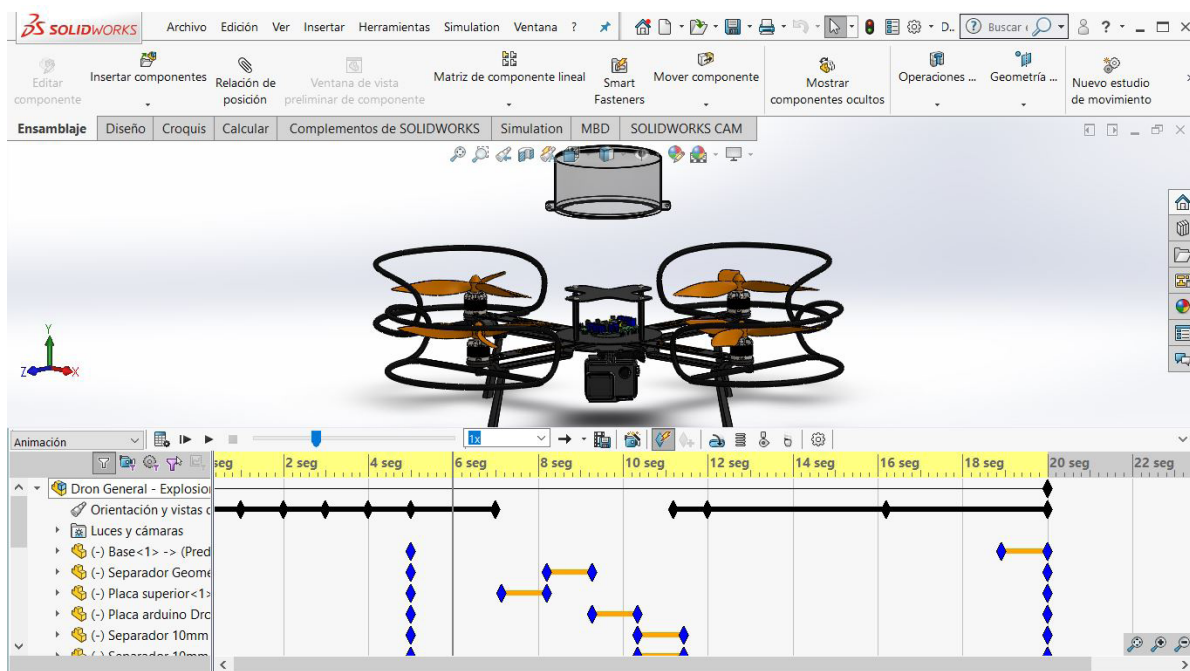


FIGURA 47: Creación de animaciones.

4. DESARROLLO

33

4.5. ENTREGA DE ANIMACIONES-VISUALIZACIÓN

Renderizado

Se le solicitará al alumno que desarrolle una serie de renders de presentación del producto final, es decir, el ensamblaje de conjunto.

Para ello deberá de hacer uso de “PhotoView 360”, que es un complemento de SolidWorks que genera renderizados con realismo fotográfico de modelos. La imagen renderizada incorpora las apariencias, iluminación, escena y calcomanías incluidas en el modelo. Para hacer uso del mismo, el alumno únicamente deberá de activarlo dentro de Herramientas>Complementos.

Este complemento permitirá al alumno jugar con la apariencia de los materiales y de la escena, al mismo tiempo que trabaja con la perspectiva y los distintos tipos de luces que ofrece la herramienta. El fin último de este apartado es la creación de imágenes que puedan utilizarse en catálogos o presentaciones del producto.

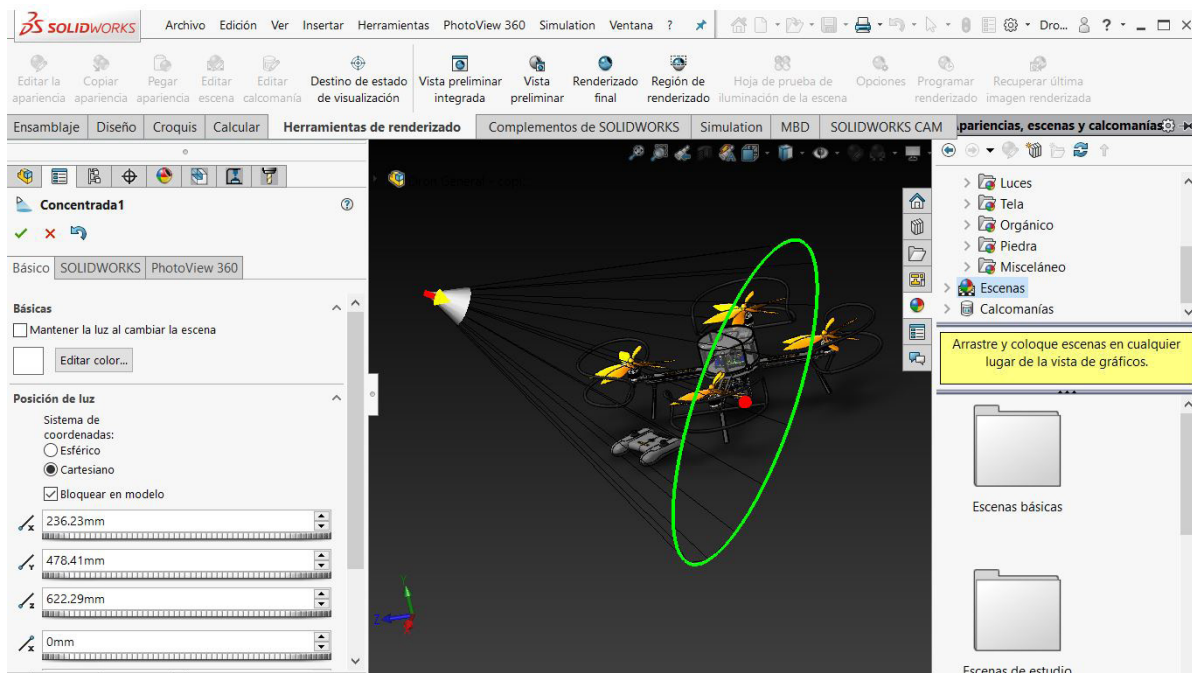


FIGURA 48: Creación de renders.

4. DESARROLLO

4.5. ENTREGA DE ANIMACIONES-VISUALIZACIÓN

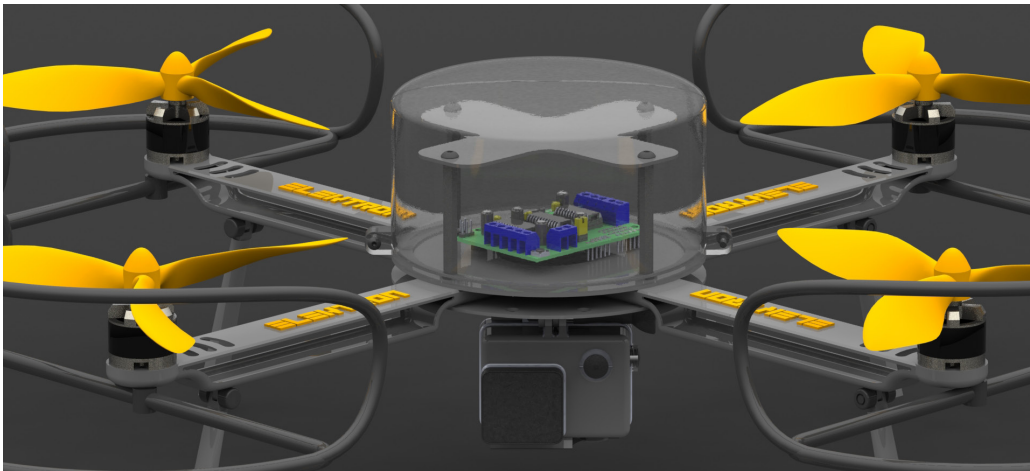


FIGURA 49: Render 1.



FIGURA 50: Render 2.



FIGURA 51: Render 3.

4. DESARROLLO

35

4.5. ENTREGA DE ANIMACIONES-VISUALIZACIÓN

Pdf 3D

Por ultimo se solicitará al alumno la creación de varios pdf 3D, tanto de la pieza con configuraciones modelada en la primera entrega como del ensamblaje de conjunto final creado tras añadir las piezas creadas en la entrega de superficies.

Este material permitirá que los usuarios ajenos al proyecto, puedan manipular y estudiar las piezas o ensamblajes sin tener un software de 3D específico. Esta herramienta permite el giro y la medición de piezas de forma automática haciendo uso únicamente del cursor.

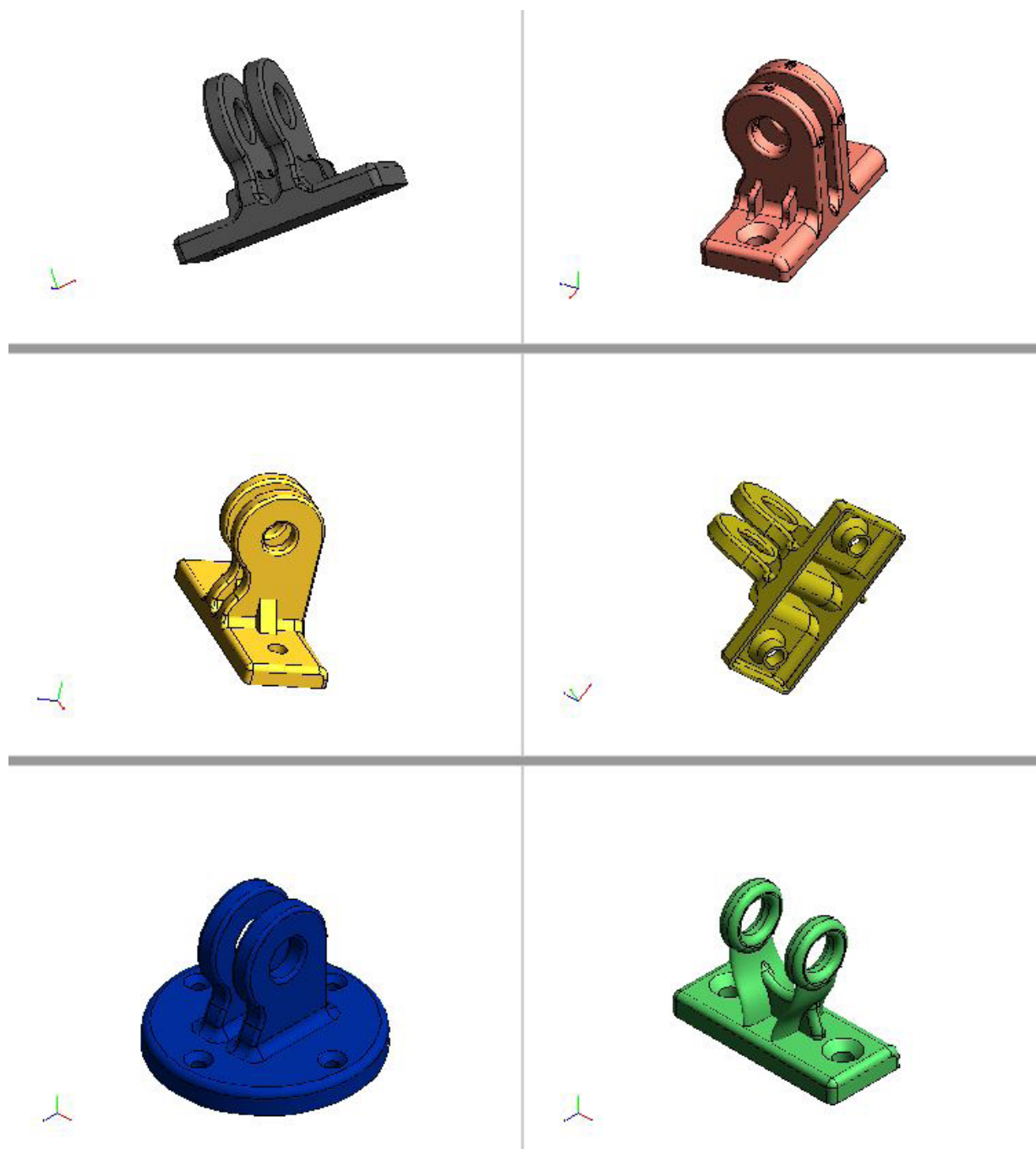


FIGURA 52: Pdf 3D pieza

4. DESARROLLO

36

4.5. ENTREGA DE ANIMACIONES-VISUALIZACIÓN

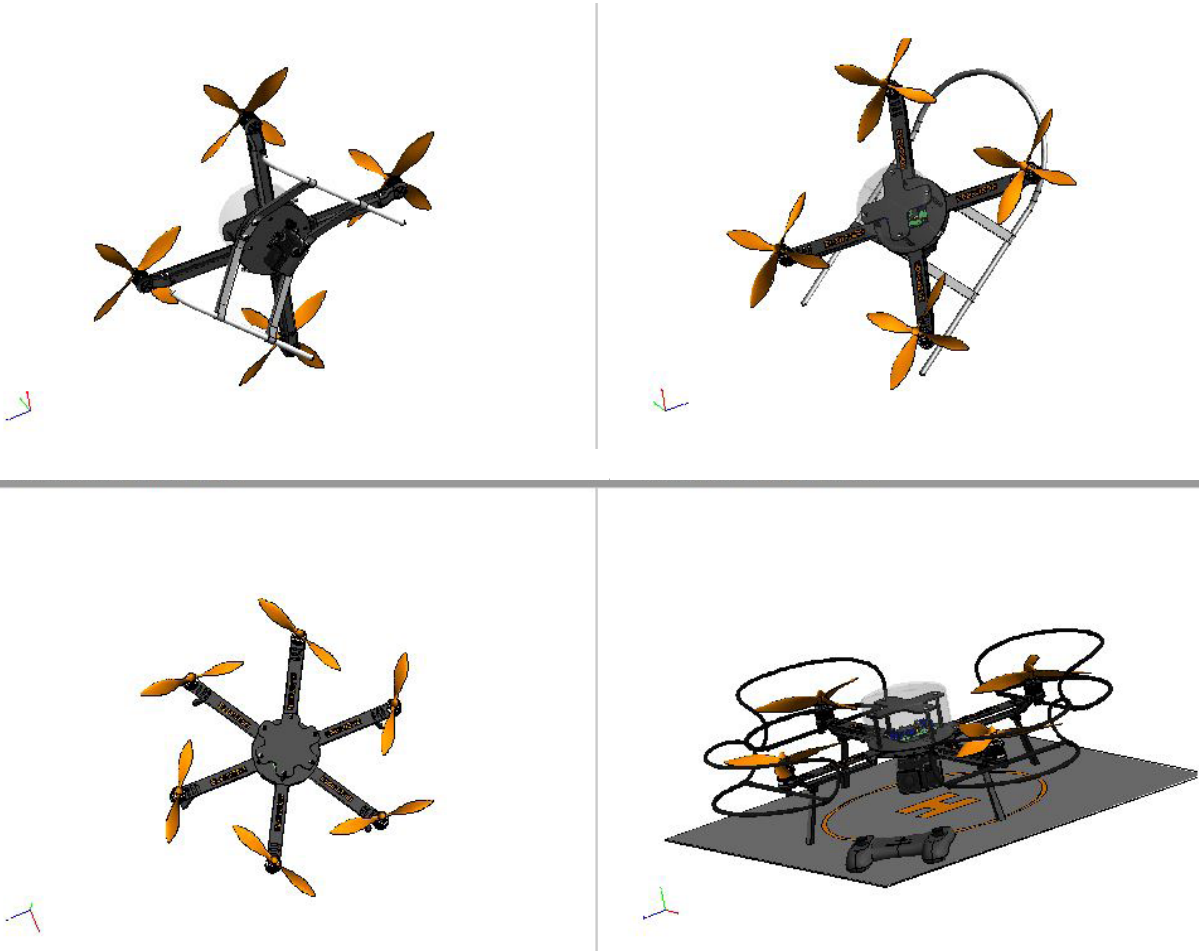


FIGURA 53: Pdf 3D ensamblaje

Tras la realización del trabajo final de grado sobre “ Desarrollo de un proyecto facilitador de la adquisición de estrategias y manejo de herramientas propias del Diseño Asistido por Ordenador” se ha llegado a una serie de conclusiones que se muestran a continuación:

- Se ha propuesto una serie de actividades prácticas, que abarca el uso de casi todas herramientas avanzadas de SolidWorks, y que distribuye la carga de trabajo del alumnado y del profesorado a lo largo de todo el cuatrimestre.
- Los programas de CAD tienen un gran peso dentro del diseño industrial, pues como puente entre la idea del diseñador y la puesta en marcha de cualquier proyecto
- El alumnado valora lo aprendido en la asignatura y la considera una de las más útiles de cara al futuro laboral.
- Tanto alumno como profesores se encuentran con una gran carga de trabajo al final del semestre, lo que en muchos casos se traduce en malos resultados académicos.
- SolidWorks te ofrece un amplio abanico de posibilidades en cuanto a conceptualización y presentación de objetos.
- A rasgos generales, la propuesta creada soluciona el problema detectado para ambos usuarios, alumnos y profesores, ya que la carga de trabajo para ambos queda mejor repartida a lo largo del semestre.

Conocimientos obtenidos tras la realización del trabajo:

- Mayor aprendizaje del programa SolidWorks, debido al manejo y utilización de herramientas que durante mi docencia había pasado por alto.
- Creación de una metodología de trabajo completa que engloba en cómputo general, las principales posibilidades que ofrece el programa.

Problemas encontrados en la realización del trabajo:

- Búsqueda de elementos comerciales que se adaptasen correctamente a las dimensiones. La placa base no hubo problema, pero los motores de las hélices, debido a sus dimensiones resultó complicado.
- Creación de plantilla para planos. No se conseguía realizar un ajuste exacto entre los distintos elementos que lo componían. También se encontraron problemas similares respecto a la lista de materiales.
- En el apartado de ensamblajes, se encontraron problemas con algunas restricciones posicionales a la hora de cambiar de una configuración a otra debido a cambios en la propia geometría de algunas piezas.
- Debido a la potencia de mi ordenador portátil, se tuvo problemas a la hora de la creación de renders, animaciones y pdf 3D. Debido al tamaño de los archivos, la aplicación se cerraba y en muchos casos había que volver a empezar.

- 1) «25878_es » (En línea). Disponible: https://sia.unizar.es/documentos/doa/guiadocente/2020/25878_es.pdf
- 2) «Ideasdi» (En línea). Disponible: <https://ideasdi.com/donde-estudiar-diseno-industrial/>
- 3) «Coruña» (En línea). Disponible: https://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=771&ensenyament=771G01&assignatura=771G01017&idioma=cast&any_academic=2020_21&idioma_assig=cast&idioma_assig=cast
- 4) «UAX» (En línea). Disponible: <https://www.uax.com/titulaciones/grado-en-ingenieria-en-diseno-industrial-y-desarrollo-de-producto>
- 5) «CEU» (En línea). Disponible: <https://www.uchceu.es/estudios/grado/ingenieria-diseno-industrial-desarrollo-productos>
- 6) «UNEX» (En línea). Disponible: <https://www.unex.es/conoce-la-uex/centros/cum/titulaciones/info/presentacion?id=1512>
- 7) «UPV» (En línea). Disponible: <http://www.upv.es/titulaciones/GIDIDP-A/>
- 8) «UVA» (En línea). Disponible: <https://www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativagrados/detalle/Grado-en-Ingenieria-en-Diseno-Industrial-y-Desarrollo-de-Producto/>
- 9) «SolidWorks» (En línea). Disponible: <https://www.solidworks.com/es/domain/design-engineering>
- 10) «Drones» (En línea). Disponible: <https://www.adslzone.net/reportajes/drones/tipos-drones/>
- 11) «Areadron» (En línea). Disponible: <https://www.areadron.com/que-tipos-de-drones-existen/>